

⑬ Int. Cl.⁴

H 04 N 5/335

識別記号

庁内整理番号

6940-5C

⑭ 公開 昭和60年(1985)8月21日

審査請求 有 発明の数 1 (全11頁)

⑮ 発明の名称 固体撮像装置

⑯ 特 願 昭59-14292

⑰ 出 願 昭59(1984)1月31日

⑱ 発 明 者 遠 藤 幸 雄 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内

⑲ 発 明 者 江 川 佳 孝 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内

⑲ 発 明 者 原 田 望 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内

⑲ 発 明 者 吉 田 興 夫 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内

⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地

㉑ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

固体撮像装置

2. 特許請求の範囲

(1). 半導体基板上に一次元もしくは二次元的に配列された感光部と信号電荷読出し部を有する固体撮像素子を用い、第1、第2のフィールドで1フレームとなるインターレース撮像を行う方式で、第1のフィールドで前記各感光部において光電変換されて蓄積された信号電荷を前記読出し部に前記フィールド終了時刻後同時に転送し、この読出し部の信号電荷を順次出力部に移動させて読出す間、前記各感光部が第2のフィールドの信号電荷を蓄積する動作を行う固体撮像装置において、前記固体撮像素子チップ基板に、その面内で入射光学像に対して相対的に第1、第2の振動を重畳した振動を与える手段を備え、第1の振動は連続する2フィールドもしくは2フレームを1周期とするパルス状であり、その振幅は振動方向の感光部配列の約1/2ピッチに設定され、第2の振動は

前記各フィールド期間にあってフィールド周波数より高周波の振動であることを特徴とする固体撮像装置。

(2) 前記固体撮像素子チップ基板に与える振動の方向は、感光部配列の水平面素配列方向に設定されるようにした特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

(3) 前記固体撮像素子チップ基板に与える振動の方向は、感光部配列の水平面素配列に対して斜め方向に設定されるようにした特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

(4) 前記固体撮像素子チップ基板に振動を与える手段としてバイモルフ圧電素子を用い、前記第2の振動の周波数はバイモルフ圧電素子の周波数変位応答特性の共振位置またはその近傍に設定され、第1の振動の周波数は共振位置より低い位置に設定されるようにした特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

(5) 前記固体撮像素子チップ基板に振動を与える手段としてバイモルフ圧電素子を用い、前記第

1 および第2の振動の周波数はバイモルフ圧電素子の周波数変位応答特性の共振位置以外に設定され、第1および第2の振動を強制振動で行うようにした特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

(G) 前記第2の振動の振動量を制御して前記固体撮像素子チップ基板の水平解像度特性を変化させるようにした特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

[発明の技術分野]

本発明は限られた画素数の固体撮像素子を用いて解像度が高く、固体撮像素子固有のモアレが少い良質の画像を得る固体撮像装置に関する。

[発明の技術的背景とその問題点]

CCDなどの固体撮像素子はI TVカメラ、ビデオカメラに広く使われ始めている。そして次の応用として電子カメラが注目されている。固体撮像素子の特徴は従来使われている撮像管とくらべ小型、軽量、高信頼性を有し、特性面では図形歪、残像、焼付がないなどである。しかし、解像度は

撮像管にくらべまだ不足である。さらに固体撮像素子は互いに独立な画素が半導体基板上に二次元的に配置されているためナイキスト限界でのMTF (Modulation Transfer Function) 値が高いため、モアレなどの偽信号が発生して画質を著しく劣化させている。このためさらに高解像度化が強く望まれている。

第1図は代表的なインターライン転送形CCD撮像素子の概略構成図を示している。Pij (i = 1, 2, ..., M, j = 1, 2, ..., N) は二次元配列された感光部、Ci は垂直読出しCCDレジスタ、H は水平読出しレジスタである。このような固体撮像素子を前述したような広い応用分野に適用する場合、限られた画素数でいかに高解像度でモアレのない画像を得るかが大きな問題となる。

本発明者らは先に、限られた画素数の固体撮像素子を用いて高解像度化を図る装置を提案した(特願昭56-209381号、特願昭58-107098号など)。この装置は固体撮像素子のチップ基板を、水平画素配列方向に水平画素比

ッチ P_H の $1/2$ 相当である $P_H/2$ の振幅をもって入射光学像に対して相対的に振動させる。ここで振動のタイミングは2フィールドで1フレームを構成するインターレース撮像動作でフィールドごと、もしくはフレームごとにブランキング期間に同期して台形パルス状に行う。そして各位置で光電変換された信号電荷はブランキング期間内で行うフィールドシフト動作によって全画素同時に読出す。読出した信号電荷は入射した実際の空間サンプリング点に合うように信号処理してからモニター上などに表示する。この結果、固体撮像素子自身が有する水平画素方向の空間サンプリング点が2倍になり、水平解像度を2倍に向上することができる。

しかしながらこの装置では、解像度向上は得られるがモアレが確実に除去できずこのモアレがフリッカとなり目立つ問題があった。モアレはナイキスト限界値でのMTFが高いために発生するので、特にナイキスト限界付近ではモアレの周波数が0近くになり粗いパターンになる。このため

前記装置で撮像した画像は各フィールドごとにモアレの位相が反転してフリッカとなり、目立つことになる。

また、前記装置では外部から振動を与えたり、動いている被写体を撮像したりすると画像がバラバラと動く現象があり見苦しくなる問題があった。これはこの装置を動かすと静止状態では見えなかったモアレがバラバラと動いて見えることによる。

また、今後、固体撮像素子の小形化や多画素化が進むにつれて第1図で示した感光部の面積が小さくなっていく。これは入射光光学像に対して有効部が減少し無効部が増加することを意味しており、モアレがさらに増加することになる。このモアレが前記フリッカとなり画像を見苦しくする問題があった。

[発明の目的]

本発明は上記の点に鑑みなされたもので、限られた画素数の固体撮像素子を用いて水平解像度の向上を図ると共に、モアレによるフリッカと動的モアレを減少させた良質の高解像度画像を得るこ

とを可能とした固体撮像装置を提供することを目的とする。

[発明の概要]

本発明は例えば第1図に示すときインターライン転送形CCD撮像素子であって、感光部に蓄積された信号電荷を垂直ブランキング期間において全面素同時に垂直読出しレジスタに移動し、次のフィールドの有効期間中にこれを読み出すという撮像動作を有し、2フィールドを1フレーム期間とした動作を有した固体撮像素子チップ基板に、2種類の周波数成分をもつ振動を与える。第1の振動は、フィールドもしくはフレーム周期で前記垂直ブランキング期間に同期して入射光学像に対して相対的に感光部配列ピッチの $1/2$ に相当する振幅をもつパルス状であり、第2の振動は、フィールド周波数より高い周波数の振動である。そして第2の振動で入射光学像に対して実効的な開口率を増加させ、第1の振動で入射光学像に対して空間サンプル点を増加させて、再生画像上で空間サンプル点のずれを修正して表示する処理を行

う。

[発明の効果]

本発明による固体撮像装置は従来の固体撮像装置にくらべ本質的に高解像度が達成できる。またチップ基板自体の高密度化により本発明と同等な画素数とした固体撮像装置とくらべると、基板上で読出し転送部の面積を十分大きくとれるため、特性上、例えばダイナミックレンジ、感度などの点において良好な画像を得ることができる。これら装置を動作せしめる駆動回路製作も画素を高密度化した固体撮像装置とくらべて容易である。また、本発明では、第1の振動のみを与える前述した特願昭56-209381号で見られたモアレによるフリッカは、第2の振動を重ねることにより確実に除去され、良好な高解像度画像が得られる。同様の理由で外部から振動を与えたときに発生する動的モアレについても本発明では現われない。また、本発明は実質的に開口率を向上させる効果がある。このため、開口率が低い素子に本発明を適用しても大幅にモアレを減少させ、高解像

度画像が得られる。

[発明の実施例]

以下本発明の実施例を説明する。第2図は本発明の一実施例を説明するためのものである。この図は固体撮像素子とこれを振動させる時間関係、固体撮像素子の感光部から信号電荷を読出すフィールドシフトパルスのタイミング関係を示す。

図中、1は第1図に示したようなインターライン転送形CCD撮像素子チップ基板であり、これを水平画素配列方向(X方向)に図に示すように入射光学像に対して相対的に振動させる。第1の振動は、 X_3 を振動中心として X_2 と X_4 の間、即ち振幅が水平画素ピッチ P_H の $1/2$ 相当で、1フレームを1周期とするパルス状振動であり、これに高周波の第2の振動が重畳されている。つまり第1(A)フィールドでは X_1 と X_3 の間、第2(B)フィールドでは X_3 と X_5 の間で感光部中心が高速で変化するという、二種類の振動の重なりとなっている。そしてフィールドシフトパルスはA、Bフィールドの切換時点 t_1 、 t_3 で

発生させ期間 t_2 ないし期間 t_4 で蓄えられた信号電荷を読出す。この結果画素の開口部2の中心はAフィールド内の期間 t_2 では X_1 から X_3 の位置に揺すられることになるので実効的な画素の開口部が拡大される。一方Bフィールド内の期間 t_4 では X_3 から X_5 の位置に揺すられるのでAフィールド同様実効的に画素の開口部が拡大される。そして t_1 、 t_3 の期間が t_2 、 t_4 の期間に比べ十分短かければAフィールドでは t_2 の期間すなわち画素の開口部2の中心が X_1 から X_3 の間に拡大された位置で静止している同等と考えてよい。またBフィールドで t_4 の期間すなわち画素の開口部2の中心が X_3 から X_5 の間に拡大された位置で静止していると同等と考えてよい。この結果、水平画素配列方向での空間サンプリング点が従来の装置に比べ2倍になる。そして再生画像上で各フィールドの空間サンプリング点の中心の位置に対応した像になるよう駆動のタイミングをずらし、各フィールドを加算して表示することにより、固体撮像素子が有する開口部を拡大さ

せた状態で水平解像度を2倍に向上できる。

第3図は第2図の動作を行った場合のCCDの有効感度分布を示した図である。第2図で示したCCDの画素の開口部は第1の振動周期で揺らすことにより仮想的に2A、2Bで示す開口部の大きさに拡大される。この結果、入射光に対する有効感度分布は増加することになる。そしてAフィールドでの拡大された開口部2Aの中心とBフィールドでの拡大された開口部2Bの中心は水平画素ピッチ P_H の1/2相当である $P_H/2$ ずれている。そしてA、Bフィールドでの画素の開口部は互いに重なる期間 3_1 、 3_2 ができる。この結果、入射光学像に対してA、Bフィールドの空間サンプリング点は互いに180°ずれた位置になり、さらA、Bフィールドの空間サンプリング領域は固体画像素子自身が有する空間サンプリング領域より拡大される。以上の動作による空間サンプリング点は第4図に示した位置になる。第4図に示した $1H_A$ 、 $2H_A$ 、 $3H_A$ はAフィールドにおける空間サンプリング点を得る走査線を、

$1H_B$ 、 $2H_B$ はBフィールドにおける空間サンプリング点を得る走査線を現わしている。この結果、再生画像上で実際のサンプリング点に合わせて表示するとA、Bフィールドの走査線における水平方向のサンプリング点は水平画素ピッチの2倍になる。ここで水平画素ピッチ P_H の時間幅は水平読み出しレジスタの駆動周波数 f_{cp} の逆数で決まるため、水平方向の空間サンプリング点のピッチは $1/(2f_{cp})$ になる。したがって水平限界解像度は前記水平読み出しレジスタの駆動周波数で決まるナイキスト限界値の2倍に向上できる。

また、従来の高解像度化を図る装置で問題であった再生画像上でのモアレによるフリッカは本実施例ではA、Bフィールドで画素の開口部の重なりが形成されるため大幅に改善される。

また、本実施例では実効的に画素の開口部が拡大されるのでA、Bの各フィールドで発生するモアレが減少する。このため再生画像上でA、Bフィールドを加算してモアレを相殺する効果が大幅に向上できる。

また、本実施例では従来装置で問題であった外部から振動を与えたときにモアレがバラバラと動く見苦しい現象は発生しない。これは本実施例はA及びBフィールド内においてフィールド周波数より高い周波数で画素の開口部を揺らしているため、この周波数より低い周波数で外部から振動を与えても、モアレがバラバラと動く不自然さはない良質の高解像度画像が得られる。

第5図は本発明者が本実施例を実験した結果を示した図である。この図は水平解像度特性であり横軸に水平解像度をTV本で、縦軸に歪調度を%で表示した。点線が第1の振動のみを与える従来装置の場合であり、実線が本実施例の場合を示す。従来装置では水平限界解像度は素子自身が有するナイキスト限界 F_n の2倍の $2F_n$ まで向上するが、この $2F_n$ 時点での歪調度が65%と高いためこれより細かい入射光学像はモアレとなり左下がりのハッチングで示したように低域側に折り返してくる。この振幅は図からもわかるように大きく著しい画像劣化をもたらす。そして、モアレの

周波数は $2F_n$ 時点で0となるのでこの付近ではA、Bフィールドで信号の振幅が異なりフリッカとなる。これに対して本実施例では $2F_n$ 時点の歪調度が10%以下と減少しているためモアレは大幅に改善され、フリッカも目視では確認できないレベルまで低下した。

第6図は第2図の実施例でのモアレや、モアレのフリッカ、動的モアレをさらに改善した別の実施例を説明する図である。CCDチップ基板1を、その開口部2の中心が図に示すようにAフィールドでは X_1 から X_3 の間、Bフィールドでは X_3 から X_5 の間で変化するようにフィールド周波数より高い周波数の振動(第2の振動)を与える。A、Bフィールド間では振動の中心値 X_2 、 X_4 が $1/2$ 水平画素ピッチ $P_H/2$ になるように第1の振動を与えることは先の実施例と同じである。この結果、画素の開口部2は各フィールド内で隣りの画素と重なりを持つことになる。したがって水平限界解像度は少し低下するがモアレ、モアレのフリッカ、動的モアレはほとんど確認で

きない程度まで改善できる。このことは前記第2の振動の振幅を制御することにより、解像度を制御できることを意味している。実際の被写体に応じて解像度が必要なときはこの振幅を小さくして、モアレを小さくして解像度は少し低下しても良いときはこの振幅を大きくする使い方が可能になる。

第7図は振動素子にバイモルフ圧電素子を用いた場合の信号処理回路を含めた実施例の構成図である。この図はバイモルフ圧電素子の共振周波数を用いて高周波の第2の振動を得る場合の実施例である。固体撮像素子チップ基板10は2枚のバイモルフ圧電素子11A、11B上に固定され支持台12上にアッセンブリされている。光入力は撮像レンズ13を通り固体撮像素子チップ基板10上に結像される。バイモルフ圧電素子11A、11Bには振動パルスをパルスドライバ14、 $\uparrow f$ 、 $\downarrow f$ コントロール回路15、台形波発生回路16より得て加える。タイミング発生回路17では水平読み出しレジスタのタイミングを第1の振動パルスの周期に合わせて $P_H/2$ 遅延させるための P_H

$/2$ 遅延回路18のタイミング信号、その他垂直レジスタのタイミング信号などの必要な同期パルスが発生する。そしてクロックドライバ19で駆動された固体撮像素子チップ基板10より得られる出力信号はアリアンプ20、プロセスアンプ21を通して所定の信号波形に処理する。その後信号再生回路22により前記第1の振動による空間サンプリング点に合う処理を行い出力する。そしてモニタ上での再生画像はA、Bフィールド加算されるので水平方向の解像度を2倍に向上できることになる。

次に第8図、第9図を用いて第7図のバイモルフ圧電素子に加える振動波形の発生法について説明する。第8図はバイモルフ圧電素子の周波数と変位量の関係を、第9図は得られる振動波形を示す。バイモルフ圧電素子は第8図で示すように周波数に対してその変位量は一定ではなくある点 f_2 で最大変位量が得られる共振点を有する。第7図の構成例ではこの共振点を使い第2の振動波形を得るものである。 f_1 は第1の振動波形の周

波数になる。タイミング発生回路17より得たパルスを台形波発生回路16へ入力し、第9図に示す駆動パルスを作成する。そしてこの駆動パルスの立上り($\uparrow f$)、立下り($\downarrow f$)を $\uparrow f$ 、 $\downarrow f$ コントロール回路15で制御する。このとき $\uparrow f$ 、 $\downarrow f$ が持つ周波数成分が第8図で説明したバイモルフ圧電素子の共振点 f_2 付近になるように設定する。この結果バイモルフ圧電素子11A、11Bの振動波形は第9図に示すようにA、Bフィールドでは高周波で揺られた状態になる。この振幅 X は $\uparrow f$ 、 $\downarrow f$ の時間を制御して再生画像上で好ましい解像度になるように設定すれば良い。この方法によれば簡単に本実施例の振動パルスを得ることができる。

次にバイモルフ圧電素子に加える振動パルスを別の方法で発生する実施例について説明する。第10図はその構成図、第11図はその動作波形図である。クロックパルスと信号処理については第7で説明した構成、動作と同一であるので、第7図と対応する部分には同一符号を付して説明を省略する。この方法は、第8図で説明したバイモル

フ圧電素子の周波数応答特性の共振点以外の場所を使うものである。例えば第8図の f_3 または f_4 の位置で前記第2の振動を行う。このことによりバイモルフ圧電素子は強制振動されるので入力振動パルスに対して正確に変位応答される。ここでは高周波の第2の振動はウォブリング波と名付けて説明する。タイミング発生回路17より得た垂直ブランキングパルスに同期した台形波パルスを台形波発生回路16より得る。この台形波パルスの切換え時点は信号電荷を読み出すフィールドシフトパルスに位相が合っている。一方タイミング発生回路17よりウォブリング波に必要な基準パルスを得て、これをウォブリング波発生回路23でウォブリング波を発生する。ウォブリング波はこの場合正弦波であり例えば320Hzの周波数である。そしてその位相は、台形波パルスの立下り部分では立下り開始時点でウォブリング波の正側半周期が終了し、立下り終了時点ではウォブリング波の負側半周期の開始時点と合うように、また台形波パルスの立上り部分では立上り開始時

点でウォブリング波の負側半周期が終了し、立上り終了時点でウォブリング波の正側半周期の開始時点と合うように設定することが最も好ましい。なぜならば、こうすることによってウォブリング波の位相と台形波パルスの立上り、立下りの位相が最も合う位置で加算ができる。また無用な高周波成分が振動波形に含まれないため、バイモルフ圧電素子の第8図で示した変位応答特性からも好ましいことが明らかである。次に振幅コントロール回路24にて所定のウォブリング振幅に調整する。ここでウォブリング振幅はモアレのフリッカが最小になり、かつ水平解像度が良好である振幅にすれば良い。そして加算回路25によってウォブリング波と台形波パルスを加算して本実施例の振動パルスを得る。この振動パルスに含まれるウォブリング波の振幅 X は前記調整法で求め、台形波振幅は $P_H/2$ になるように調整する。そしてパルスドライバ14を通して電流増幅後バイモルフ圧電素子11A、11Bに印加する。この結果モアレ、モアレのフリッカ、動的モアレなどが大

幅に改善され、かつ固体撮像素子自身が持つ解像度の2倍の高解像度画像が得られることになる。この実施例ではウォブリング波の振幅をコントロールすることにより容易、確実に解像度の制御ができる。

第12図はさらに解像度特性を改善した実施例を示す図である。第2図で説明した実施例では第1の振動周期はA、Bフィールドからなる1フレーム期間1周期としたが、第12図の実施例では第1の振動周期として2フレーム期間を1周期とするものである。このときの振動の様子は図に示すように、まずA₁フィールドではCCDチップ基板1の開口部2の中心を X_1 と X_3 の位置で高周波振動させる。次のB₁フィールドでは開口部2の中心を X_3 と X_5 の位置で高周波振動させる。そして次のA₂フィールドではそのまま X_3 と X_5 の位置で高周波振動させ、次のB₂フィールドではA₁フィールドと同じく X_1 と X_3 の位置で高周波振動させる。このとき X_1 と X_3 の中心位置 X_2 と X_3 と X_5 の中心位置 X_4 は水平面素

ピッチ P_H の $1/2$ である $P_H/2$ にしておく。そして信号電荷を読出すフィールドシフトパルスは各フィールドの切換え時点で加え、全画素同時に信号電荷を読出す。

この結果、CCD撮像素子の感度分布、すなわち空間サンプリング領域は第13図で示す位置になる。ここで $1H_{A1}$ と $1H_{A2}$ 、 $1H_{B1}$ と $1H_{B2}$ はそれぞれ同一走査線である。図から明らかなように画素の感度分布は同一走査線上で重なり4があり、かつ次の走査線とも同じ重なりを持つことになる。これを再生画像上で実際の空間サンプリング点に合うよう処理して表示すると第14図に示した画像になる。第4図の実施例と比べると明らかなように一走査線上に空間サンプリング点が2倍ある。したがって、第12図の実施例ではさらに良質の高解像度画像が得られる。

第15図は感光部配列の水平画素配列方向に対して斜め方向に振動させ、垂直、水平両方向の解像度を向上させ、さらにモアレ、モアレによるフリッカを改善した実施例を説明する図である。C

CD撮像素子チップ基板1の開口部2の中心を図に示すようにAフィールドでは斜め方向の画素配列に対して S_1 から S_2 の間、そしてBフィールドでは S_4 から S_5 の間でフィールド周波数より高周波である第2の振動で揺らす。そしてA、Bフィールド間では第2の振動振幅の中心値 S_3 と S_6 が斜め方向の画素ピッチ P_s の $1/2$ 相当である $P_s/2$ になるように第1の振動を与える。この結果画素の中心部はAフィールドでは2の位置となり、Bフィールドでは2'の位置となる。したがって入射光学像に対して垂直、水平両方向に空間サンプリング点が2倍に向上したことになる。また、第2の振動により画素開口率は斜め方向に実効的に拡大されるので、この分入射光学像に対して空間サンプリング領域が拡大される。このためモアレが大幅に減少し、さらにモアレによりフリッカが改善できる。

また、第15図の説明では第1の振動と第2の振動両方とも斜め方向で行ったが、第1の振動を斜め方向にしておき、第2の振動は水平画素配列

方向もしくは垂直面系配列方向にしても、垂直、水平両方向の解像度を向上して、さらにモアレのほとんどない良好な再生画像を得ることができる。

更に本発明は以下に列記するように種々の変形応用が可能である。

(a) 本発明はテレビジョン標準方式に限定されない。例えば銀塩フィルムを用いない電子カメラやOCR等のシステムに適用して、良質の高解像度画像が得られる。

(b) 本発明は撮像素子を1個、2個もしくは3個用いてカラー撮像を行うカラーカメラにも適用できる。2板、3板式カラーカメラにおいては本発明と撮素ずらし法を共用することにより更にモアレの少い、高解像度画像が得られる。

(c) 撮像素子は光電変換部として通常のCCD撮像素子の上にアモルファスシリコンなどの光電変換膜を重ねて、いわゆる二階建センサ構造としたものを用いることができる。

(d) 撮像素子はインターライン転送形CCD撮像素子に限らず、例えばフレーム転送形撮像素

子を用いてもよい。これらの撮像素子に共通する点は、画素領域に蓄積された信号電荷が垂直ブランキング期間に同時に読出される動作をすることである。したがって同様な動作をする撮像素子であれば本発明を適用できる。

(e) 実施例ではフィールド内で揺らす第2の振動は正弦波で説明したが、これに限定されない。例えば三角波、矩形波、台形波などでも、単位画素の開口率を実効的に拡大するので、本発明が適用できる。

(f) 実施例の説明では第2の振動振幅はフィールド内で一定であったが、フィールド内で振動振幅が異なっても本発明の効果が期待できる。

(g) 第1の振動とこれより高周波の第2の振動を同一の振動子を用いて発生させる例を説明したが、これを2つの振動子を設けて、一方で第1の振動を、他方で第2の振動を与えても良い。この場合第1の振動を与える振動子上に第2の振動を与える振動子を乗せて、撮像素子は後者の振動子上にアセンブリすると本発明の効果が拡大され

る。

(h) 高周波の第2の振動を水平、垂直両方向に与えても良い。このことにより、画素の開口部はさらに拡大されるのでモアレのほとんどない画像が期待できる。

(i) 撮像素子の画素の開口部形状は矩形に限らないし、その大きさも特に限定されない。

(j) 撮像素子の画素配列は、垂直方向に一行に配列されたものに限らず、ジグザグ配列されたものでもよく、その方がモアレの減少と解像度向上にとって有利である。

(k) 光電変換膜を用いる二階建センサの場合、光導電体の性質によっては紫外像や赤外像を得ることも可能である。また、光導電体膜に代って蛍光体膜を用いてX線像を得る場合にも本発明を適用できる。

(l) 本発明では光学像に対して撮像素子チップを相対的に第1と第2の振動波形の合成振動波形をもって振動させるが、同様の思想を電子ビーム衝撃形の固体撮像素子に適用することができる。

即ち電子ビーム像を偏向できることを利用してこれを高周波パルスでウォブリングさせると同時に各フィールドに対して所定の方角に変更させれば、同様の効果が得られる。

(m) 本発明での振動を与える手段は撮像素子自体の振動に限定されるものではない。例えば撮像素子の光入射側に光学的偏向機を設け、この偏向機を振動させてもよく、また光学的ミラーによって入射光を振動させてもよい。要するに入射光像に対して撮像素子を相対的に振動すればよい。

(n) 撮像素子は一次元センサであっても本発明を適用して効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はインターライン転送形CCD撮像素子の概略構成を示す図、第2図は本発明の一実施例における撮像素子の振動の様子を示す図、第3図は第2図の実施例での感度分布を示す図、第4図は第2図による空間サンプリング点を示す図、第5図は本発明者が第2図の実施例を実験した結果、解像度が向上してモアレが改善できたことを示す

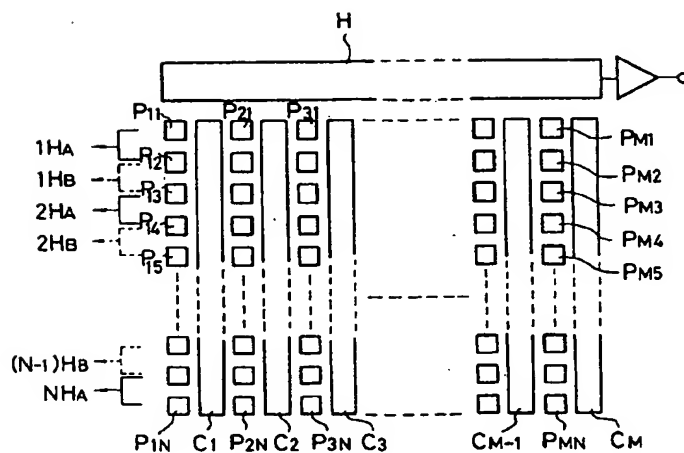
図、第6図は本発明の他の実施例での振動の様子を示す図、第7図は本実施例の装置の全体構成を示す図、第8図は振動素子に用いるバイモルフ圧電素子の周波数応答特性を示す図、第9図は振動素子に加える振動波形の発生例を示す図、第10図は別の実施例の装置の全体構成を示す図、第11図は第10図の動作を説明するための波形図、第12図は本発明の更に他の実施例での振動の様子を示す図、第13図はその感度分布を示す図、第14図は同じく空間サンプリング点を示す図、第15図は本発明の別の実施例で斜め方向に振動させた様子を示す図である。

1…固体撮像素子チップ基板、2…画素開口部、2A、2B…拡大された画素開口部、10…固体撮像素子チップ、11A、11B…バイモルフ圧電素子、12…支持台、13…撮像レンズ、14…パルスドライバ、15…r、tコントロール回路、16…台形波発生回路、17…タイミング発生回路、18… $P_H/2$ 遅延回路、19…クロックドライバ、20…プリアンプ、21…プロセス

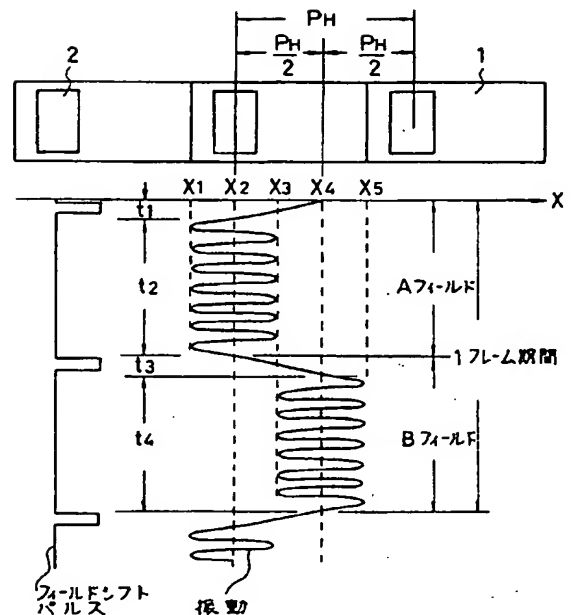
アンプ、22…信号再生回路、23…ウォブリング波発生回路、24…振幅コントロール回路、25…加算回路。

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

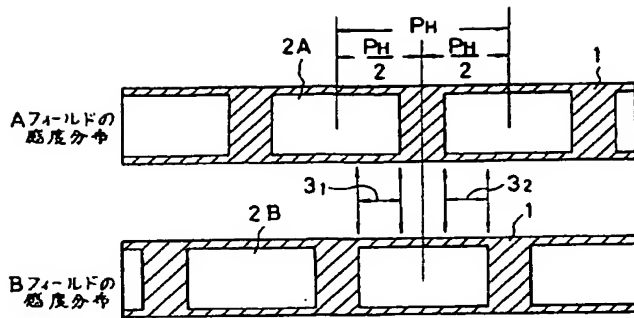
第 1 図



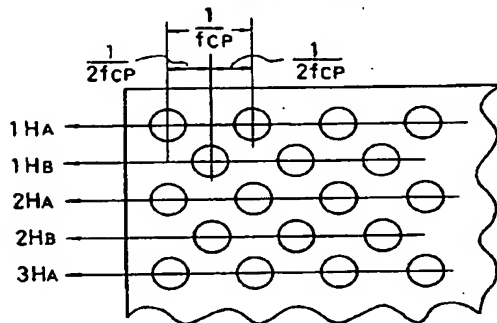
第 2 図



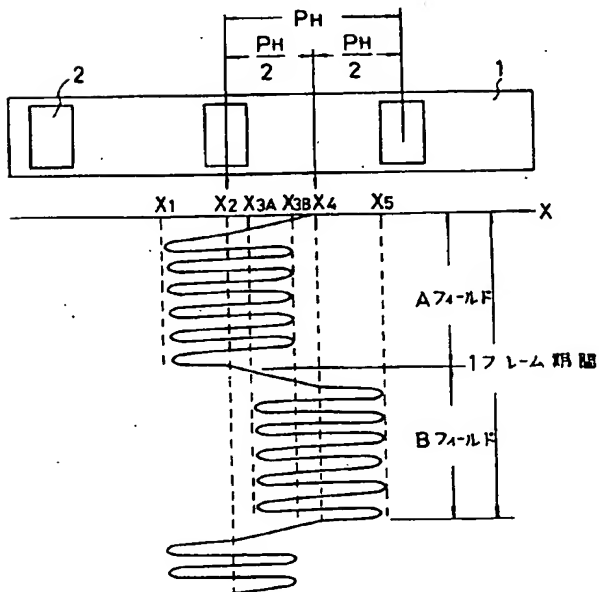
第 3 図



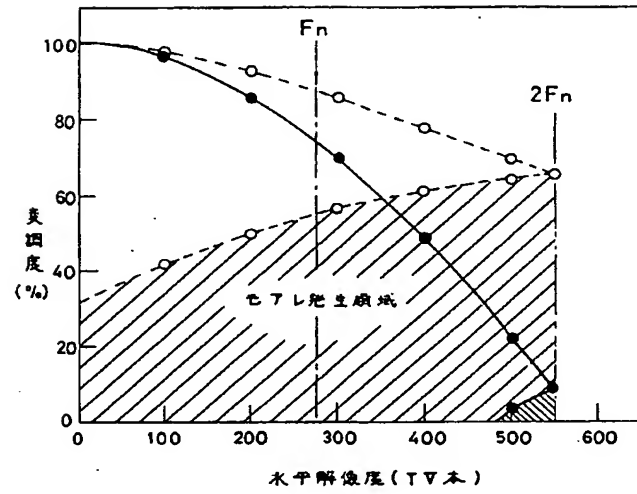
第 4 図



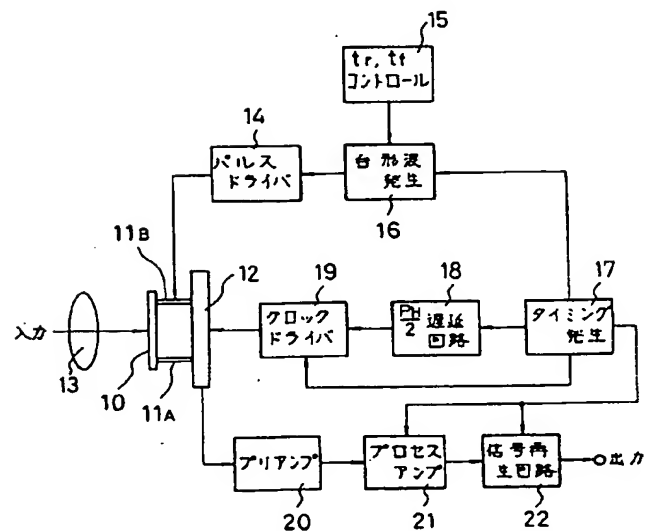
第 6 図



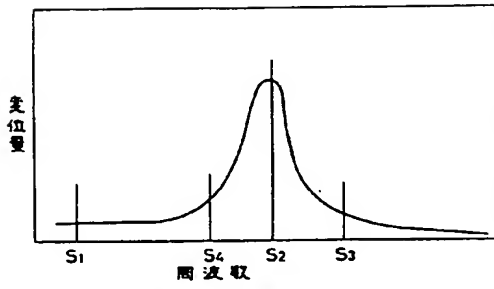
第 5 図



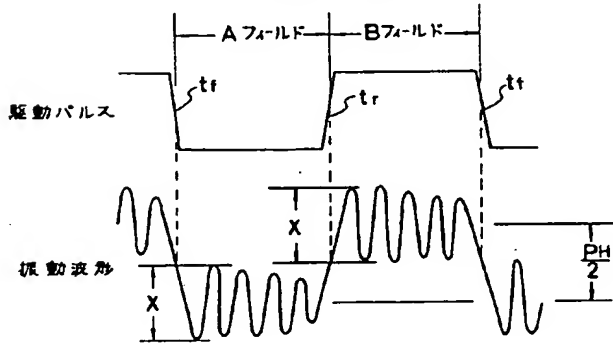
第 7 図



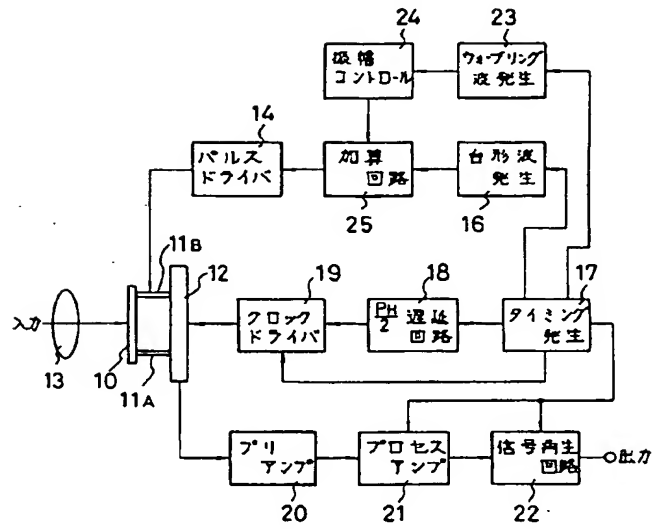
第 8 図



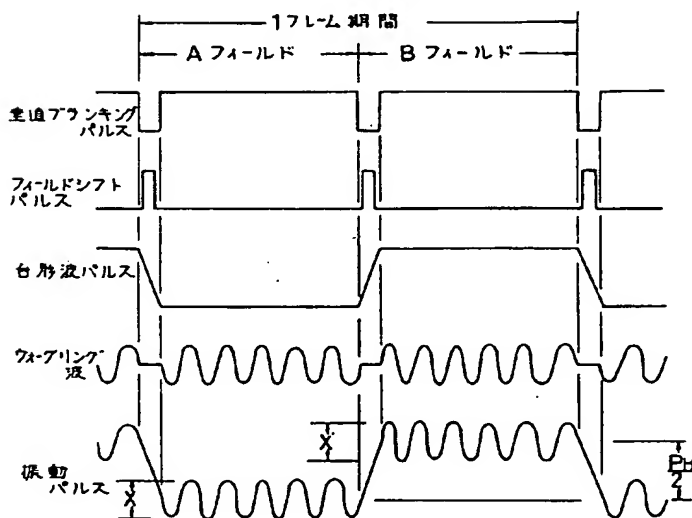
第 9 図



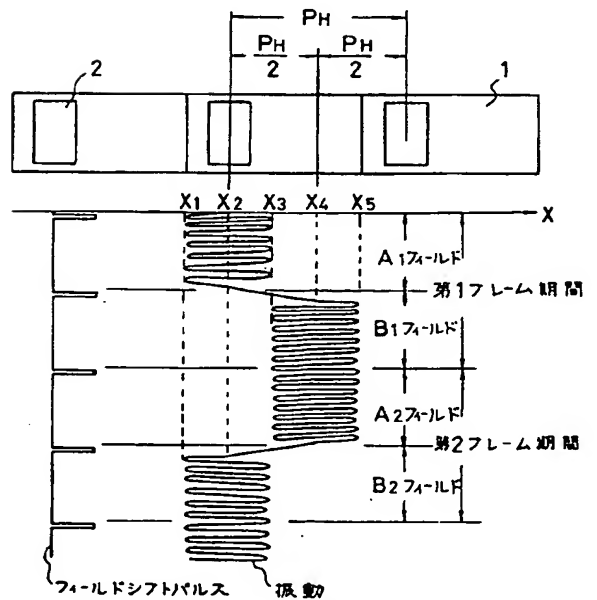
第 10 図

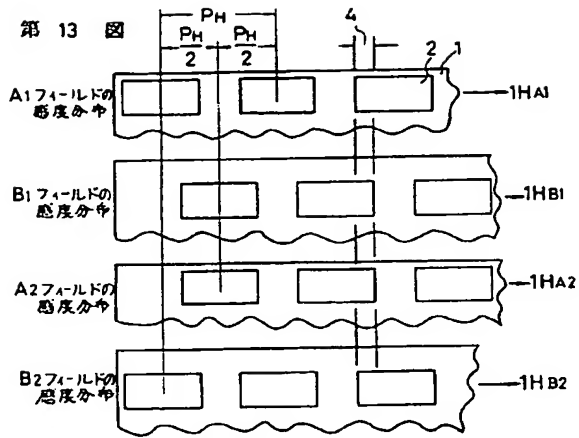


第 11 図

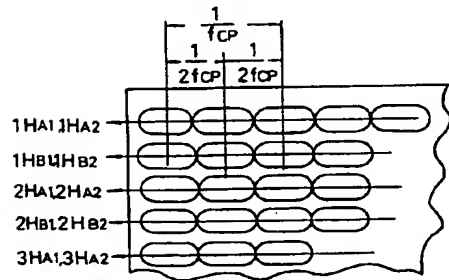


第 12 図





第 14 図



第 15 図

